

Rezultati ispitivanja parametara čvrstoće i dinamičkih svojstava mermera i mogućnost njihove korelacije

Jelena Majstorović-Necković, Vladimir Čebašek, Veljko Rupar



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Rezultati ispitivanja parametara čvrstoće i dinamičkih svojstava mermera i mogućnost njihove korelacije | Jelena Majstorović-Necković, Vladimir Čebašek, Veljko Rupar | 11. Međunarodna konferencija "Ugalj i kritični materijali" CCM 2023, Zlatibor, 11-14. oktobar 2023. | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0008301>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду омогућава приступ издањима Факултета и радовима запослених доступним у слободном приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на www.dr.rgf.bg.ac.rs

The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

XI međunarodna konferencija
11th International Conference

**UGALJ I KRITIČNI
MINERALI**
**COAL AND CRITICAL
MINERALS**

CCM 2023

**Zbornik radova
Proceedings**



Zlatibor, 11-14. oktobar
Zlatibor, 11-14th October

**XI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
CCM 2023**

Zlatibor, 11-14. oktobar 2023.

**11th INTERNATIONAL CONFERENCE
CCM 2023**

Zlatibor, 11-14th October 2023

**ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS**

XI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA CCM 2023

ZBORNİK RADOVA

11th INTERNATIONAL CONFERENCE CCM 2023

PROCEEDINGS

Izdavač/Publisher

Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju

Urednik/Editor

Prof. dr Vladimir Pavlović

Tehnička priprema/Technical preparation

Natalija Pavlović

Luka Crnogorac

Grafičko rešenje korica/Graphic design

Katarina Urošević

© Sva prava zadržava izdavač

ISBN - 978-86-83497-30-0

XI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA

CCM 2023

11th INTERNATIONAL CONFERENCE

CCM 2023

ORGANIZATORI/ORGANIZERS

Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

MEĐUNARODNI NAUČNI ODBOR

Prof. dr Vladimir Pavlović (Srbija)
Prof. dr Carsten Drebenstedt (Nemačka)
Prof. dr Božo Kolonja (Srbija)
Prof. dr Michael Karmis (SAD)
Prof. dr Dragan Ignjatović (Srbija)
Prof. dr Michael Galetakis (Grčka)
Prof. dr Nikola Lilić (Srbija)
Prof. dr Maria Lazar (Rumunija)
Prof. dr Vladislav Kecojević (SAD)
Prof. dr Tomislav Šubaranović (Srbija)
Prof. dr Pavol Rybar (Slovačka)
Prof. dr Ljuben Totev (Bugarska)
Prof. dr Monika Hardygora (Poljska)
Prof. dr Zoran Panov (Severna Makedonija)
Prof. dr George Panagiotou (Grčka)
Doc. dr Ivan Janković (Srbija)
Dr Larry Thomas (Velika Britanija)
Dr Cvjetko Stojanović (BIH, Republika Srpska)
Prof. dr Christos Roumpos (Grčka)

Zlatibor, 11-14. oktobar 2023.

SPONZORI KONFERENCIJE

Zlatni sponzor



Srebrni sponzor



Bronzani sponzori



Ostali sponzori



SADRŽAJ

ENERGETSKA EFIKASNOST ELEKTROMOTORA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA	4
<u>Aleksandrović S., Jeftenić I.</u>	
METODOLOGIJA ODREĐIVANJA INDIKATORA ISKORIŠĆENOSTI I EFIKASNOSTI OSNOVNE I POMOĆNE RUDARSKE MEHANIZACIJE NA POVRŠINSKOM KOPU DRMNO	10
<u>Andelić Z., Simić G., Todorović F.</u>	
PRIMENA DRENAŽNIH OBJEKATA U CILJU POBOLJŠANJA GEOTEHNIČKIH PARAMETARA PODLOGE UNTRAŠNJEG ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA DRMNO	20
<u>Čolaković V. Milošević D., Čanović V., Grujičić S., Čorluka S.</u>	
ANALIZA SEIZMIČKOG DEJSTVA EKSPLOZIJE PRI MINIRANJU NA PRIMERU IZRADE TUNELA GOLUBAC KOD HRONOLOŠKI PREGLED RAZVOJA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE LIGNITA U SRBIJI	23
<u>Dimitrijević B., Gaćina R., Vučković B.</u>	
ANALIZA DINAMIKE RAZVOJA EKSPLOATACIJE UGLJA U JUŽNOM DELU STANARSKOG BASENA (POVRŠINSKI KOP OSTRUŽNJA)	32
<u>Đurović M., Božić B., Đermanović S.</u>	
EKSPLOATACIJA LEŽIŠTA MRKOG UGLJA RUDNIKA SOKO NA POVRŠINSKOM KOPU BILJKINA STRUGA.....	38
<u>Kokerić S., Aksentijević Z., Mitić S., Vukojanc A., Milković M., Fići D., Radivojević D.</u>	
RETKI I RADIOAKTIVNI METALI REPUBLIKE SRBIJE I NJIHOV ZNAČAJ	48
<u>Kovačević J., Rabrenović D., Mijatović P., Kokot J.</u>	
OTKOPAVANJE OTKRIVKE I UGLJA U ZONI JAMSKIH RADOVA NA PK KOP 3.....	55
<u>Lončar S., Rašović L., Lukić M., Božić B.</u>	
TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE, OTPREME I DEPONOVANJA PEPELA IZ TE STANARI UZ KONTROLU KVALITETA PEPELA	61
<u>Lončar S., Ilić M., Todorović M., Pijunović R.</u>	
REZULTATI ISPITIVANJA PARAMETARA ČVRSTOĆE I DINAMIČKIH SVOJSTAVA MERMERA I MOGUĆNOST NJIHOVE KORELACIJE	75
<u>Majstorović-Necković J., Čebašek V., Rupar V.</u>	
UTICAJ GEOLOŠKE NEIZVESNOSTI U RAZVOJU RUDARSKIH PROJEKATA	82
<u>Marković P., Stevanović D., Banković M.</u>	
METODOLOGIJA DEFINISANJA I RAZVRSTAVANJA KRITIČNIH MINERALNIH SIROVINA NA OSNOVU KVANTITATIVNE PROCENE.....	94
<u>Mijatović P.</u>	
PROJEKTA REŠENJA SANACIJE I STABILIZACIJE UNUTRAŠNJIH ODLAGALIŠTA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA	104
<u>Milošević D., Makar N., Čolaković V., Čorluka S.</u>	
PRIMENA DIGITALNE FOTOGRAFIJE U RUDNIKU RUDNIK	109
<u>Mirković N., Crnogorac L., Urošević K.</u>	
INDEKSI KONTROLE ODRŽAVANJA I KORIŠĆENJA ROTORNOG BAGERA.....	121
<u>Mitrović I., Jovančić P., Ignjatović D., Đenadić S., Miletić F.</u>	

A CRITICAL LOOK AT RAW MATERIALS CRITICALITY	130
<u>De Oliveira. D. P. S.</u>	
LEVERAGING REGIONAL MINING ACTIVITIES FOR SUSTAINABLE AND JUST ENERGY TRANSITION AND DECARBONISATION	135
<u>Pagouni C., Pavloudakis F., Karlopoulos E., Roumpos C.</u>	
MINING EQUIPMENT MANAGEMENT AND UTILIZATION IN A CLOSURE PHASE OF CONTINUOUS SURFACE MINES. A CIRCULAR ECONOMY APPROACH	145
<u>Pavloudakis F., Triantafyllou M., Roumpos C., Pyrtses S., Pilalidis K.</u>	
USKLAĐENOST FMEA I V-FMEA METODA UPRAVLJANJA RUDARSKIM RIZICIMA U ODNOSU NA ISO 31000:2018 STANDARD	150
<u>Pavlović N., Šubaranović T., Ignjatović D., Pavlović V.</u>	
ANALIZA STABILNOSTI JUŽNE KOSINE POVRŠINSKOG KOPA POLJA E U ZONI INFRASTRUKTURNIH OBJEKATA	160
<u>Petrović B.</u>	
UGALJ KOSOVA I METOHIJE I NJEGOV EKONOMSKI ZNAČAJ.....	168
<u>Simić S., Ilić B., Vujić S., Rabrenović D.</u>	
ISKUSTVA I NEDOUMICE PRIMENE PREVENTIVNOG PRISTUPA ZAŠTITE PROSTORA U ZONAMA POVRŠINSKIH KOPOVA MINERALNIH SIROVINA U REPUBLICI SRBIJI	176
<u>Šljivančanin D., Radeka M.</u>	
INFLUENCE OF DESIGN CRITERIA ON POLLUTANT REMOVAL EFFICIENCY WITHIN CONSTRUCTED WETLANDS.....	182
<u>Stankovic N.</u>	
MODEL DEFINISANJA KAPACITETA POVRŠINSKIH KOPOVA UGLJA PO KRITERIJUMU STABILNOSTI PROIZVODNJE.....	191
<u>Stojanović C.</u>	
KARAKTERISTIKE SISTEMA ODVODNJAVANJA POVRŠINSKOG KOPA RADLJEVO I ZNAČAJ RETENZIJE KLADNICA.....	202
<u>Stojković N., Jakovljević I., Čolović M.</u>	
ADVANCES IN UNDERSTANDING OF TECHNOLOGIES IN PROCESSING OF CRITICAL MINERALS	208
<u>Stopic S., Dertmann C., Friedrich B.</u>	
ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA IZRADE EKRANA NA POVRŠINSKOM KOPU DRMNO	213
<u>Šubaranović T., Pavlović N., Janković I.</u>	
DEFINISANJE CILJEVA I EFEKTI PRIMENE IZMENJENOG ZAKONODAVNOG OKVIRA ZAKONA O RUDARSTVU I GEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA REPUBLIKE SRBIJE	219
<u>Tomić A.</u>	
HOW TO TRIGGER THE YOUNGSTERS' INTEREST IN THE RAW MATERIAL SECTOR AND IMPROVING PUBLIC ACCEPTANCE: THE ROLE OF EDUCATION	228
<u>Torreggiani A., Zanelli A., Lucentini R., Polo E., Forini L.</u>	
PRELIMINARNO RAZMATRANJE MINERALNE PROIZVODNJE KAO OSNOVE MINERALNE EKONOMIJE	234
<u>Tošović R.</u>	

NEKI ASPEKTI FINANSIJSKE POLITIKE U ODLUČIVANJU I POSLOVANJU PREDUZEĆA MINERALNOG SEKTORA 242

Tošović R.

IZRADA DRENAŽNIH KANALA U PODINI POVRŠINSKOG KOPA DRMNO – ZAPUNA LOMLJENIM KAMENIM I POKRIVANJE GEOTEKSTILOM..... 249

Vojnić M., Stevanović-Petrović N., Zdravković J.

HEAVY METALS (ZN, CU, PB) IN LIGNITE AND SOIL OF KOSTOLAC-KOVIN AND KOLUBARA COAL BASIN, SERBIA - COMPARATIVE ANALYSIS WITH SELECTED NEIGHBORROW SOIL AND CITIES IN SERBIA 253

Vučković B.

ISKUSTVA PRIMENE DISKONTINUALNE MEHANIZACIJE PRI EKSPLOATACIJI UGLJA NA ISTOČNOM DELU RUDARSKOG BASENA KOLUBARA..... 265

Živanović M.



REZULTATI ISPITIVANJA PARAMETARA ČVRSTOĆE I DINAMIČKIH SVOJSTAVA MERMERA I MOGUĆNOST NJIHOVE KORELACIJE

THE RESULTS OF TESTING THE PARAMETERS OF STRENGTH AND DYNAMIC PROPERTIES OF MARBLE AND THE POSSIBILITY OF THEIR CORRELATION

Majstorović-Necković J.¹, Čebašek V.², Rupar V.³

Apstrakt

Ispitivanja stena kao radne sredine, odnosno materijala sa kojim se gradi, na kome se gradi i u kome se gradi, svojom složenošću zahteva njeno svestrano izučavanje po velikom broju parametara. Zadatak Mehanike stena je da što bolje upozna ponašanje stenske mase i njenu otpornost na dejstvo pritiska, zatezanja i smicanja, kao i dinamičkih svojstava. Poznavanje navedenih parametara i njihova korelacija omogućavaju pouzdaniji izbor parametara za projektovanje danas sve zahtevnijih uslova kako podzemne, tako i površinske eksploatacije. U ovom radu su prikazani rezultati ispitivanja jednoosne čvrstoće na pritisak, zatezne čvrstoće i brzine prostiranja longitudinalnih elastičnih talasa uzoraka belog venčačkog mermera izdvojenih iz bušotine BV-1. Stepenn korelacije između ispitivanih parametara je $r > 0,9$, odnosno, prema većini klasifikacija vrlo veliki.

Ključne reči: mermer, jednoosna čvrstoća na pritisak, čvrstoća na istezanje, brzina longitudinalnih elastičnih talasa, korelacija

Abstract

Rock tests as a rockmass, i.e. the material with which it is built, on which it is built and in which it is built, due to its complexity, requires its comprehensive study according to a large number of parameters. The task of rock mechanics is to better understand the behavior of the rockmass and its resistance to compression, tension and shear, as well as dynamic properties. Knowledge of the mentioned parameters and their correlation enable a more reliable choice of parameters for the design increasingly demanding conditions of underground and surface exploitation. This paper presents the results of uniaxial compressive strength tests, tensile strength and velocity of longitudinal elastic waves of samples of white Vencac marble extracted from the BV-1 borehole. The degree of correlation between the tested parameters is $r > 0.9$, that is, according to most classifications, very high.

Keywords: marble, uniaxial compressive strength, tensile strength, velocity of longitudinal elastic waves, correlation

1. Uvod

Najveće mase mermera (M) u oreolu bukuljskog granitoida, otkrivene su na Venčacu, a pripadaju najeksternijoj kontaktno-metamorfnoj zoni. Izdvojeni su kao posebna kartirana jedinica i pokazuju veći stepen metamorfizma od okoline. Mermeri se javljaju u izduženim telima promenljive širine (od nekoliko metara do više stotina metara). Pretežno su masivni ili bankoviti. Mikroskopskim analizama je utvrđeno da su izgrađeni od sitnih i ujednačenih zrna bližnjelog kalcita, veličine 0,10*0,06 do 0,19*0,13 mm. Mermeri imaju granoblastičnu do granoblastično-trakastu teksturu, kompaktni su i

¹ Majstorović Necković Jelena, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd, jelena.majstorovic@rgf.bg.ac.rs.

² Prof. dr Vladimir Čebašek, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd, vladimir.cebasek@rgf.bg.ac.rs.

³ Doc. dr Veljko Rupar, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd, veljko.rupar@rgf.bg.ac.rs.

homogeni. Boje su bele, svetlo sive i vrlo retko rumeni [1]. Upravo zbog toga što su izgrađeni od sitnih i ujednačenih zrna kalcita beli venčački mermeri predstavljali su pogodan stenski materijal za istraživanja parametara čvrstoće i dinamičkih svojstava, kao i njihovu međusobnu korelaciju. Više od četiri decenije autori su ispitivali svojstva ove stenske mase. Obim ispitivanja je daleko prevazišao neophodna ispitivanja za potrebe projektovanja površinske eksploatacije. Tako veliki broj rezultata pružio je mogućnost da se razmišlja o promeni tehnologije i mogućnosti istovremenog površinskog otkopavanja i podzemne eksploatacije blokova.

2. Način ispitivanja

Jednoosna čvrstoća na pritisak je jedan od najvažnijih parametara kada je u pitanju procena kvaliteta radne sredine, a koristi se i za klasifikaciju stenske mase. Mnogobrojnim ispitivanjima utvrđena je čvrsta korelaciona veza sa drugim parametrima [2]. Jednoosna čvrstoća na pritisak stenskog materijala zavisi od mineraloškog sastava, veličine i oblika zrna, veze među zrnima, poroznosti, vlažnosti, prisustva prslina i pukotina. Krupnozrnije i poroznije stene imaju manju čvrstoću od sitnozrnih, kao i vlažne u odnosu na suve. Veći stepen metamorfizma utiče na rast vrednosti parametara čvrstoće. Čvrstoća zavisi i od brzine delovanja sile koja izaziva deformaciju.

Laboratorijsko određivanje jednoosne čvrstoće na pritisak u ovom slučaju obavljeno je prema standard JUS B.B7. 126, 1988. [3] na probnim telima izdvojenim iz istražne bušotine BV-1 sa odnosom visine i prečnika probnog tela, $h/d \cong 1,0$.

Određivanje čvrstoće na istezanje izvršeno je indirektnom metodom, brazilskim testom. Jugoslovensko društvo za mehaniku stena je 1988. godine usvojilo je da se od 1989. godine uvrsti u Jugoslovenske standarde sa obaveznom primenom, po preporuci Međunarodnog društva za mehaniku stena ISRM, određivanje zatezne čvrstoće indirektnom metodom sa oznakom JUS B.B7.127, 1988. [4]. U standardu je istaknuto da se rezultati ovih ispitivanja koriste u proračunu rudarskih i drugih radova koji se izvode u stenskom masivu, u izradi i primeni rudarske opreme, kao i kod naučno-istraživačkih radova.

Ovim standardom je definisan princip izvođenja oglada, kojim se cilindrično probno telo opterećuje po izvodnicama omotača i konstatuje sila koja prouzrokuje lom probnog tela. Probna tela su dobijena izdvajanjem iz jezgra istražne bušotine BV-1. Odnos visine i prečnika probnog tela bio je $h/d \cong 1,0$.

Utvrđivanje dinamičkih svojstava, brzine longitudinalnih V_p i transverzalnih elastičnih talasa V_s , izvršeno je u Laboratoriji za mehaniku stena Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu instrumentom Sonic viewer, model 5210, tačnosti čitanja $0.10 \mu s$ [5]. Poznavanje ovih parametara omogućava izračunavanje dinamičkog modula elastičnosti E_{dyn} i dinamičkog Poisson-ovog koeficijenta μ_{dyn} . Brzina rasprostiranja elastičnih talasa (V_p i V_s) kroz stenu (bilo uzoraka ili stenske mase) zavisi od mineralnog sastava stene, strukturnih svojstava, poroznosti, ispucalosti, vlažnosti, naponskog stanja, temperature itd. Ispitivanje ultrazvukom posebno je značajno zbog činjenice da se ispitivanje vrši bez razaranja, čime je omogućeno da se na ispitivanom probnom telu odrede i neka druga svojstva. Pre ispitivanja parametara čvrstoće na svakom formiranom probnom telu iz istražne bušotine BV-1 utvrđena su dinamička svojstva. Ova ispitivanja omogućila su utvrđivanje korelacije dinamičkih svojstava sa drugim geomehaničkim parametrima.

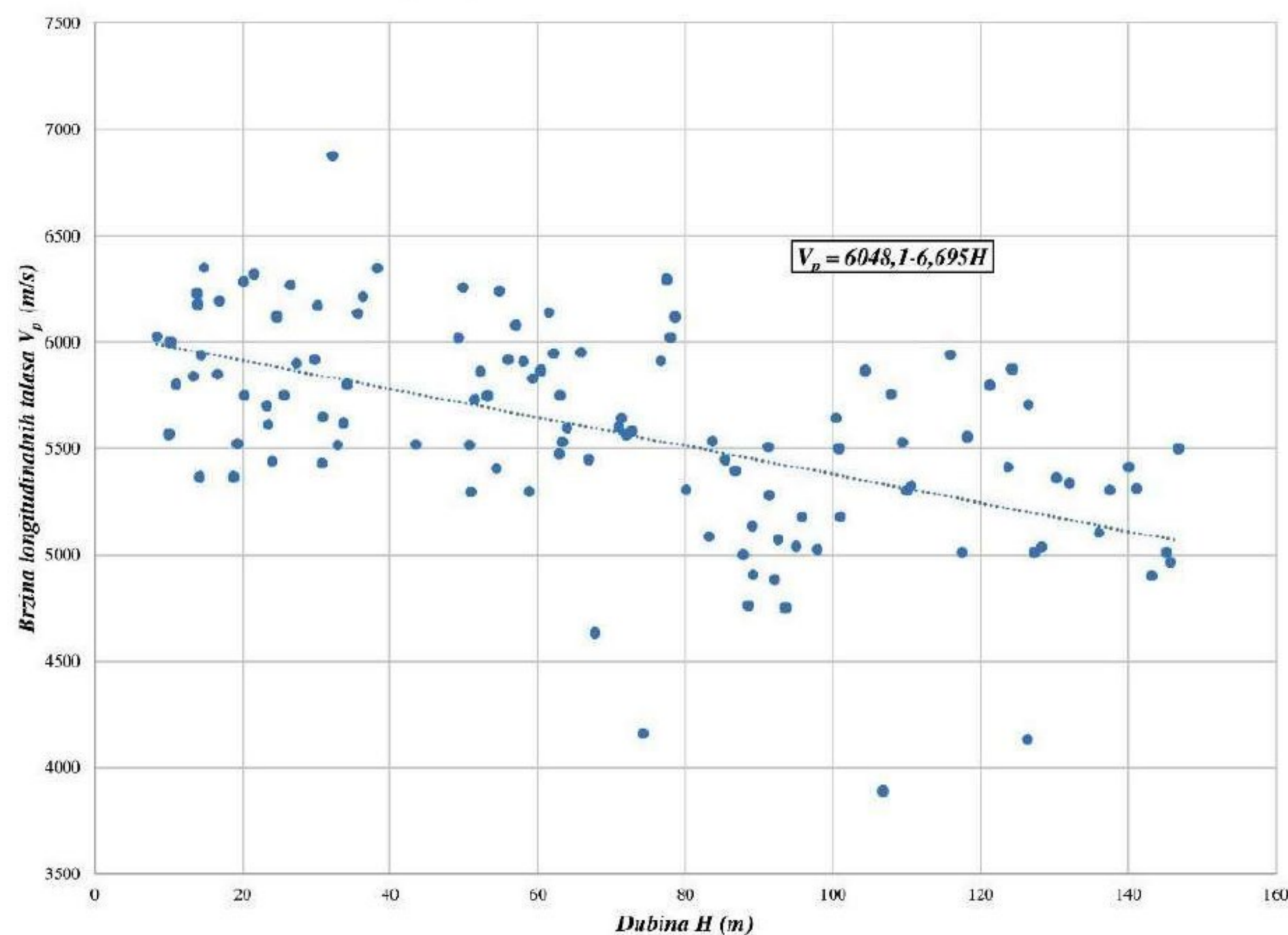
3. Rezultati ispitivanja

U procesu eksploatacije belog mermera površinskog kopa Venčac kod Aranđelovca primećeno je da sa dubinom eksploatacije kvalitet blokova opada. Dostigavši dubinu od oko 100 m, količina blokova prve klase značajno se smanjila. Uzimajući u obzir fizičko-mehanička svojstva belog mermera, način i dubinu eksploatacije i izmenjeno naponsko stanje na etažama kopa i u izdvojenim blokovima prouzrokovano eksploatacijom, došlo je do pojave rasterećenja, a što je imalo za posledicu pojavu mikro pukotina i opadanja kvaliteta bloka mermera. Takvo obrazloženje potvrđeno je opsežnim ispitivanjima kvaliteta belog mermera, pored ostalog i brzine prostiranja longitudinalnih V_p i transverzalnih V_s elastičnih talasa. U radu su prikazani statistički parametri rezultata ispitivanja uzoraka izdvojenih iz istražne bušotine BV-1 (Tabela 1).

Tabela 1. Rezultati statističke analize ispitivanih parametara

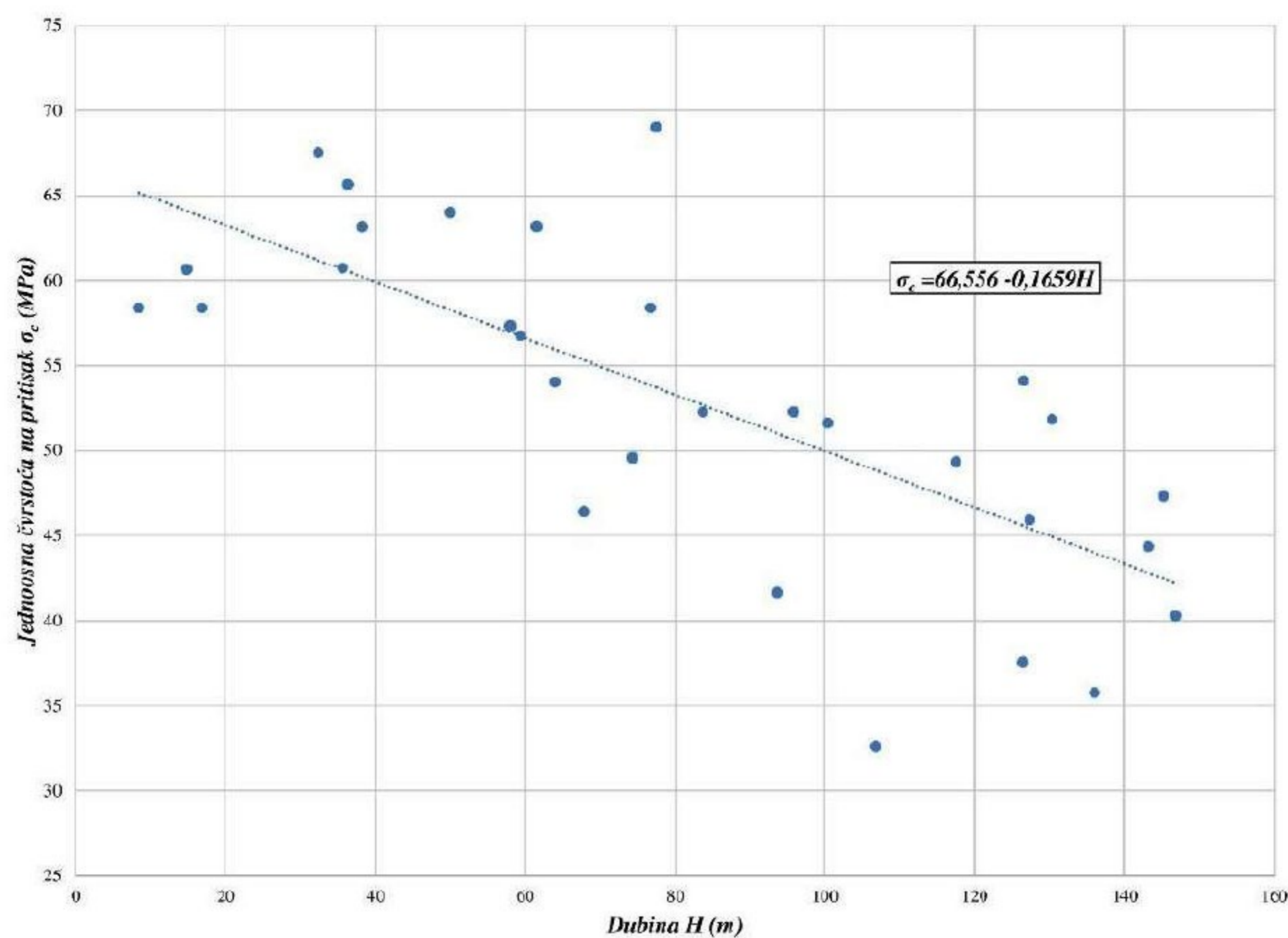
Oznaka bušotine BV-1 [146m']	Ispitivani parametri		
	Brzina longitudinalnih elastičnih talasa V_P [m/s]	Jednoosna pritisna čvrstoća σ_c [MPa]	Zatezna čvrstoća σ_t [MPa]
Broj ispitanih probnih tela	115	30	30
Srednja vrednost	5582	53,00	5,16
Minimum	3888	32,59	3,40
Maksimum	6877	69,02	6,90
Raspon	2989	36,43	3,50
Standardna devijacija	490,29	9,59	0,86
Koeficijent varijacije	8,78%	18,10%	16,69%

Na Slici 1 dat je grafički prikaz utvrđenih vrednosti u koordinatnom sistemu: dubina H [m] - brzina longitudinalnih elastičnih talasa V_P [m/s].

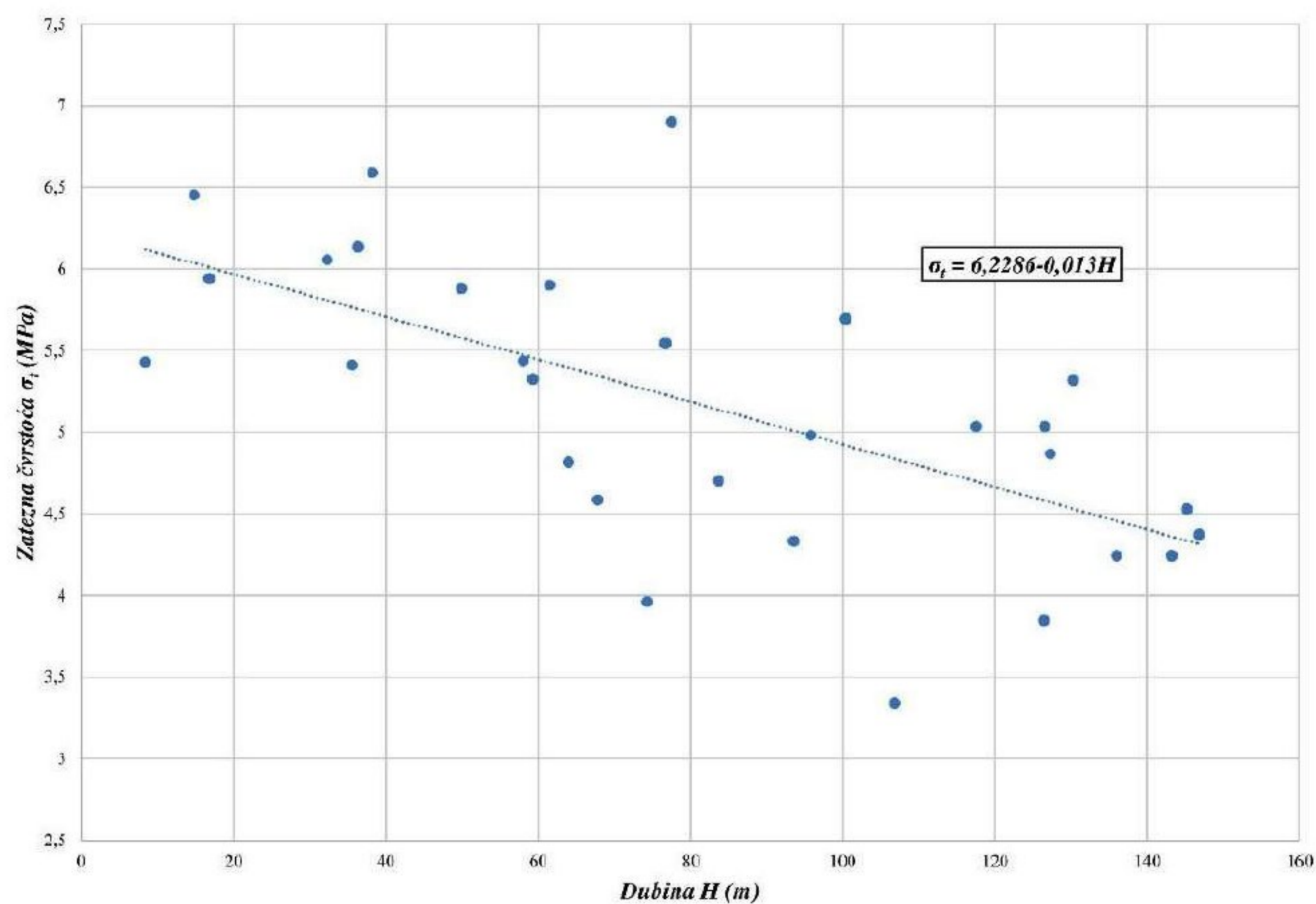


Slika 1. Grafički prikaz promene vrednosti V_P u funkciji dubine uzoraka izdvojenih iz BV-1

Na Slici 2 i Slici 3 dati su grafički prikazi promena vrednosti σ_c u funkciji dubine uzoraka izdvojenih iz BV-1.



Slika 2. Grafički prikaz promene vrednosti σ_c u funkciji dubine uzoraka izdvojenih iz BV-1

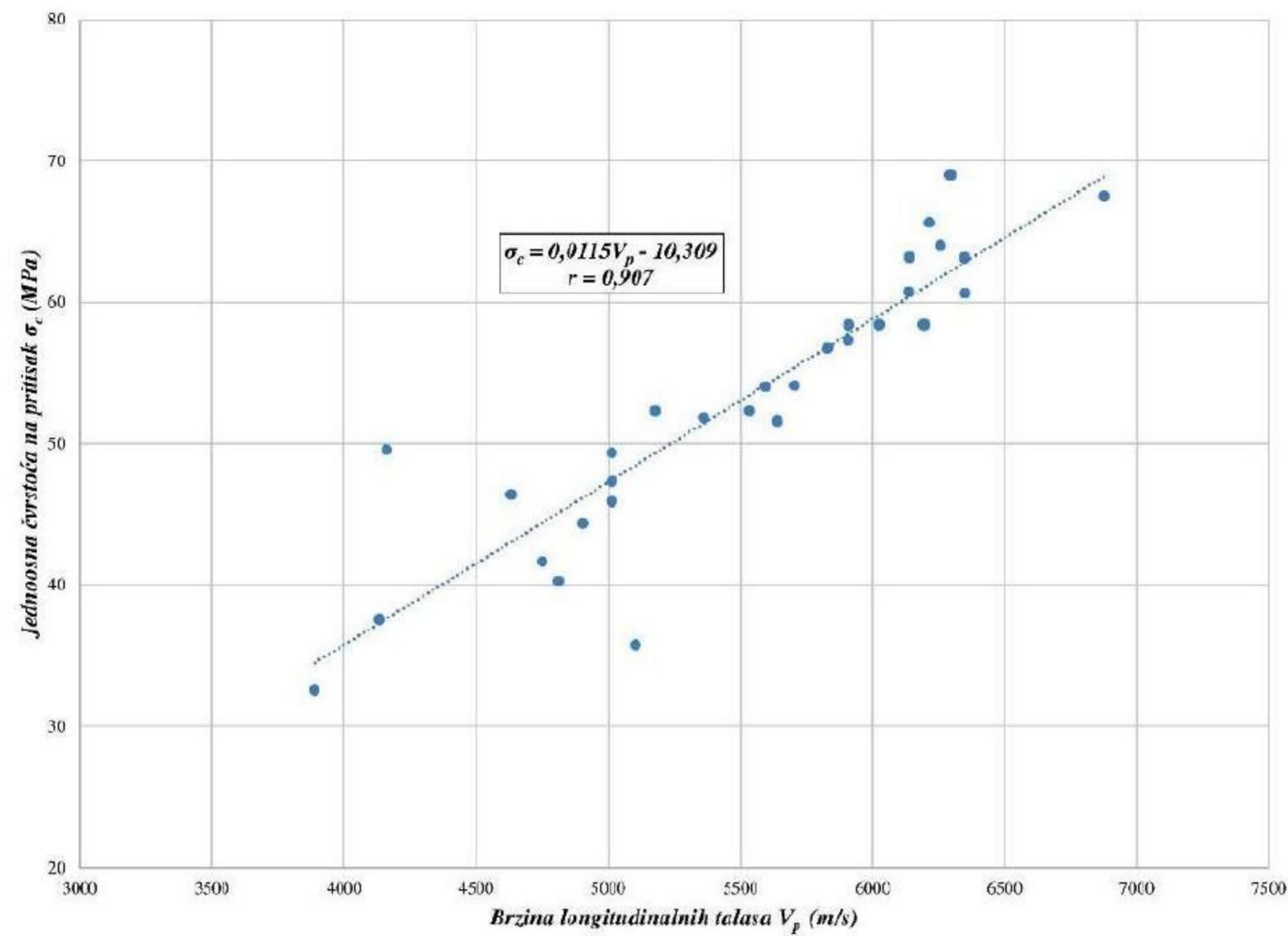


Slika 3. Grafički prikaz promene vrednosti σ_t u funkciji dubine uzoraka izdvojenih iz BV-1

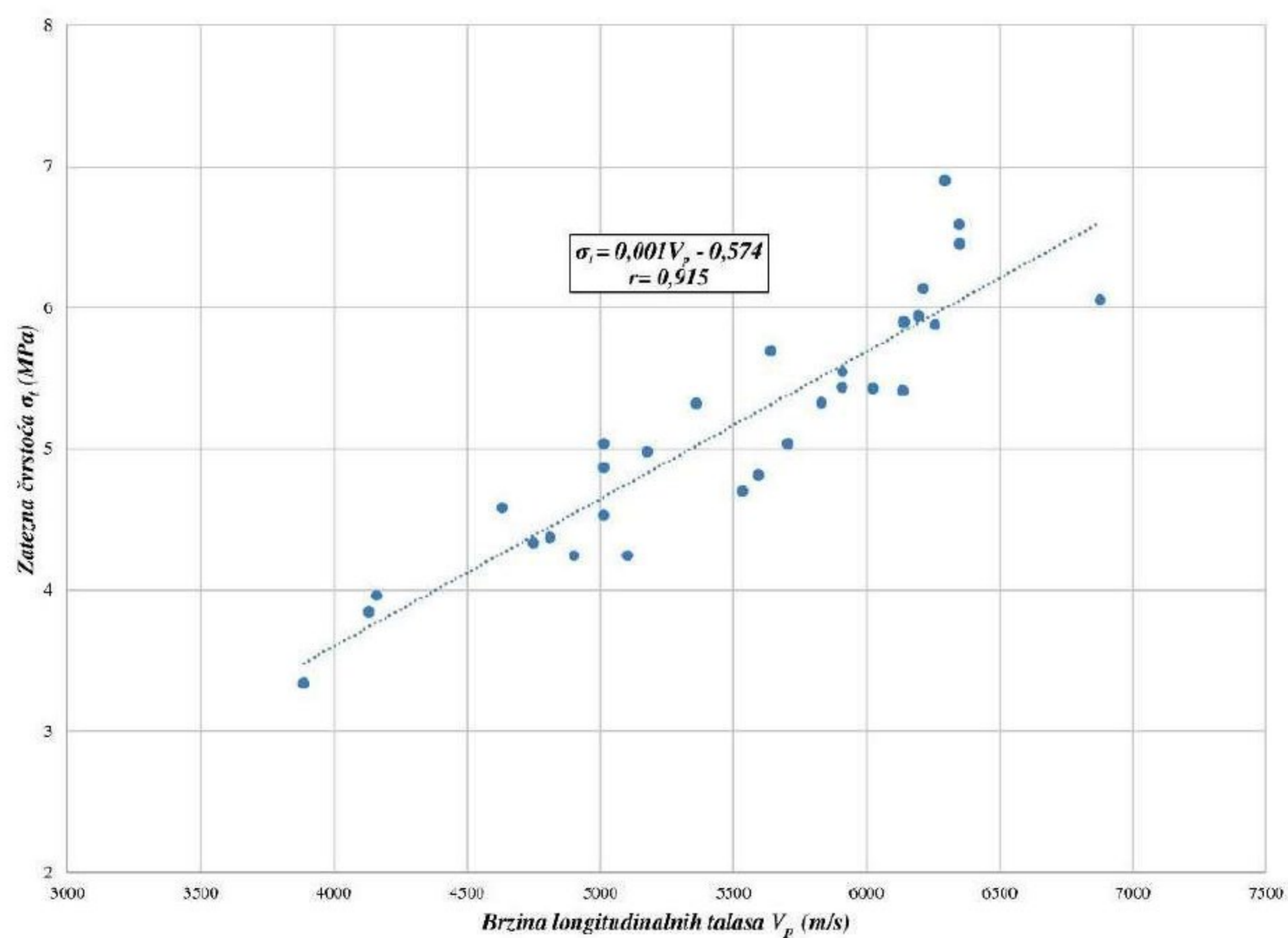
Nasuprot očekivanjima da će sa dubinom brzine parametri čvrstoće da rastu, analiza utvrđenih vrednosti ispitivanih parametara pokazala je suprotno. Opadanje vrednosti ispitivanih parametara na dubini većoj od 80 m posledica su relaksacije. Taj zaključak se podudara sa činjenicom da kvalitet bloka sa dubinom opada. Blokovi izdvojeni na većim dubinama su se takođe relaksirali, a što je dovelo do formiranja mikroprslina i smanjenja vrednosti ispitivanih parametara. Rezultati ovakvih ispitivanja mogu se iskoristiti za usmeravanje pravca eksploatacije, kako bi se izbegli delovi stenske mase nepovoljnih svojstava, a samim tim obezbedila ekonomičnija i sigurnija eksploatacija.

U nastojanju da se obezbede što pouzdaniji parametri za projektovanje, izvršena je linearna korelacija između ispitivanih svojstava metodom najmanjih kvadrata, i to:

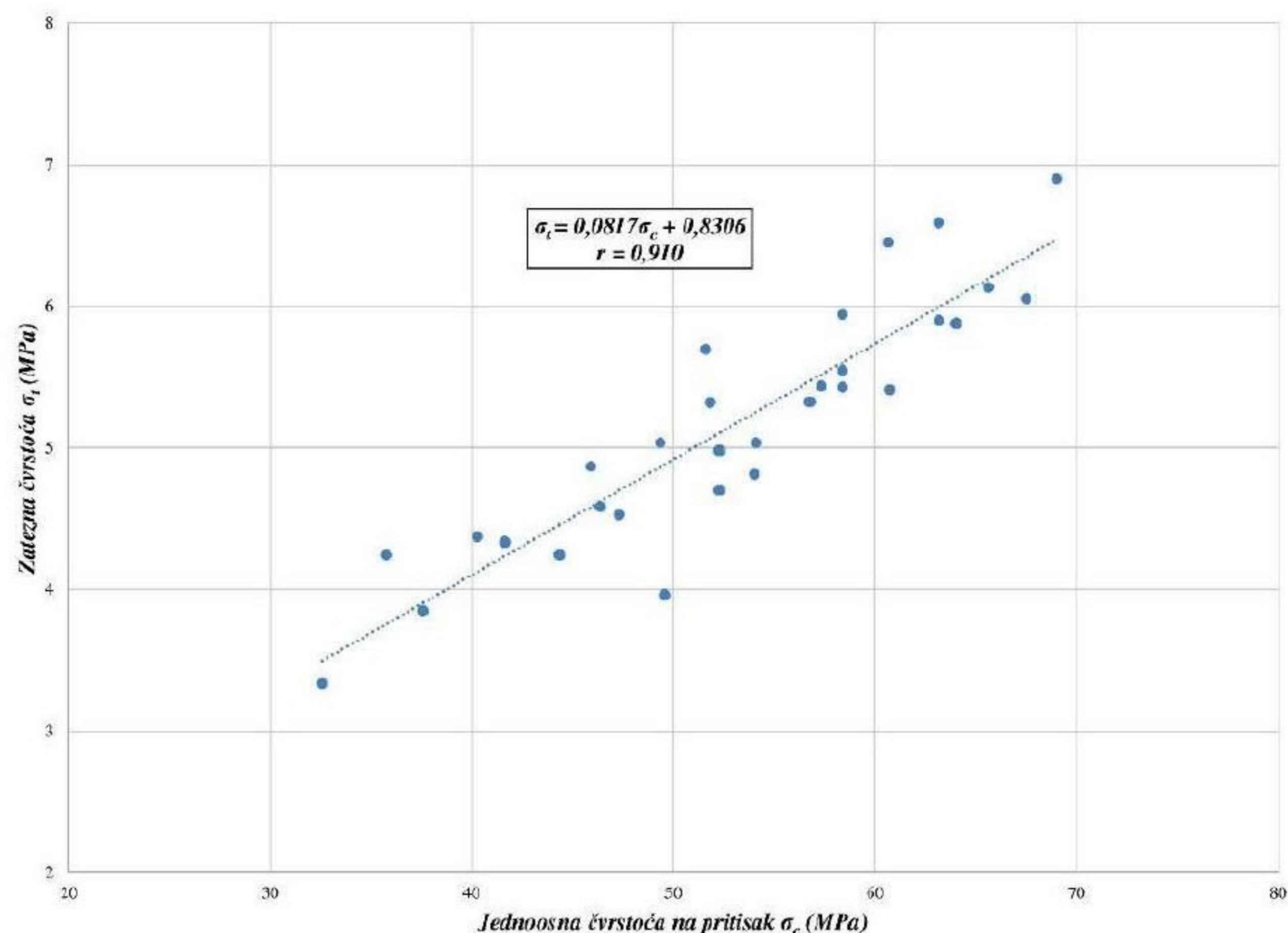
- korelacija između brzine longitudinalnih elastičnih talasa V_p i jednoosne čvrstoće na pritisak σ_c (Slika 4),
- korelacija između brzine longitudinalnih elastičnih talasa V_p i čvrstoće na istezanje σ_t (Slika 5) i
- korelacija između jednoosne čvrstoće na pritisak σ_c i čvrstoće na istezanje σ_t (Slika 6).



Slika 4. Korelacija vrednosti jednoosne čvrstoće na pritisak σ_c i brzine prostiranja longitudinalnih elastičnih talasa V_p



Slika 5. Korelacija vrednosti čvrstoće na istezanje σ_t i brzine prostiranja longitudinalnih talasa V_p



Slika 6. Korelacija vrednosti jednoosne čvrstoće na pritisak σ_c i čvrstoće na istezanje σ_t

Uvidom u rezultate analize utvrđeni su koeficijenti korelacije i to $r = 0,907$ za korelaciju $V_p - \sigma_c$ (slika 4), $r = 0,915$ za korelaciju $V_p - \sigma_t$ (slika 5) i $r = 0,910$ korelaciju $\sigma_c - \sigma_t$ (Slika 6). U Tabeli 2 prikazane su granične vrednosti koeficijenta korelacije.

Tabela 2. Koeficijent korelacije - klasifikacija [6, 7]

Koeficijent korelacije	Vrednost
vrlo mali	0.00 - 0.19
mali	0.20 - 0.39
srednji	0.40 - 0.59
veliki	0.60 - 0.79
vrlo veliki	0.80 - 1.00

Vrednosti koeficijenta korelacije r ukazuju na veoma značajnu korelaciju (Tabela 2, $r > 0,9$) između vrednosti tri analizirana parametra. Utvrđene korelacione veze omogućavaju da se izvrši procena mehaničkih svojstava stenskog materijala (belog mermera) na osnovu ispitivanja brzine prostiranja longitudinalnih (V_p) i transverzalnih (V_s) elastičnih talasa u stenskom materijalu, a što je posebno značajno zbog činjenice da se ova ispitivanja vrše bez razaranja stenskog materijala. Ispitivanja brzine prostiranja elastičnih talasa je moguće izvršiti i terenskim geofizičkim metodama, što u procesu eksploatacije belog mermera omogućuje utvrđivanja kvaliteta bloka stenskog materijala u samom ležištu. Zoniranjem ležišta po kvalitetu blokova značajno bi smanjilo troškove eksploatacije kvalitetnih blokova belog mermera.

4. Zaključak

Primena ispitivanja brzine prostiranja longitudinalnih (V_p) i transverzalnih (V_s) elastičnih talasa predstavlja značajan deo procedure u svim vidovima istraživanja stena za potrebe rudarstva i građevinarstva. Činjenica da je to način ispitivanja bez razaranja stenskog materijala je posebno značajna. Potrebno je istaći i da su ispitivanja čvrstoće na istezanje indirektnom metodom, brazilskim testom, manje zahtevna od ispitivanja direktnom metodom i samim tim omogućavaju ispitivanja na većem broju probnih tela. Cilj ovog rada da je da ukaže na mogućnost korelacije dinamičkih parametara (V_p i V_s) i parametara čvrstoće. Ovako visok stepen korelacije između ispitivanih parametara omogućava da se sa velikom verovatnoćom predvidi vrednost drugog ispitivanog parametra. Sa dijagrama

korelacije uočava se da promena jednog parametra utiče na promenu drugog u velikom stepenu. Ovakva ispitivanja omogućavaju visok stepen pouzdanosti parametara koji se koriste za projektovanje u rudarstvu, a samim tim i bezbedniju i ekonomski isplativu eksploataciju.

Literatura

- [1] Brković T., Radovanović Z., Pavlović., 1980., Tumač za list Kragujevac L 34-138, Savezni geološki zavod, Beograd
- [2] Lamprini Dimitraki, Basile Christaras, Vassilios Marions, Maria Chatzangelou, Primena metoda merenja brzine prostiranja ultrazvučnih talasa za određivanje mehaničkih svojstava krečnjaka, Zbornik radova XV simpozijuma iz inženjerske geologije i geotehnike, 22-23.09.2016., pp. 340-350, ISBN 978-86-89337-02-0 Beograd
- [3] Jugoslovenski standardi JUS B.B7.126, Mehanika stena Ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava, Metoda određivanja jednoosne pritisne čvrstoće, Određivanje zatezne čvrstoće indirektnom metodom, 1988.
- [4] Jugoslovenski standardi JUS B.B7.127, Mehanika stena Ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava, Određivanje zatezne čvrstoće indirektnom metodom, 1989., p.p. 169-170
- [5] Majstorović J., Cvetković M., 2004., Neki rezultati ispitivanja stena kao radne sredine ultrazvukom, ECRBM'04 (Evropska konferencija o prirodnim građevinskim materijalima i uglju: Nove perspektive), Sarajevo
- [6] Singh T. N. et al., Efficient Multi-site Statistical Downscaling Model for Climate Change. Thesis (PhD), Motial Nehru National Institute OF Technology Allahabad Prayagraj, 2018.
- [7] Nangolo C. and Musingwini C., Empirical correlation of mineral commodity prices with exchange - traded mining stock prices, The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 111, pp. 459-468, 2011.